

ANCLAJES ADHESIVOS ESTRUCTURALES



1. Introducción

Los anclajes estructurales con resinas epóxicas (también llamados anclajes químicos o adhesivos) son sistemas de fijación que permiten unir elementos metálicos (pernos, varillas roscadas, barras corrugadas) a sustratos de concreto o mampostería mediante un adhesivo epóxico (por lo general bicomponente) que se inyecta o coloca en el orificio perforado y que al fraguar transmite las cargas del elemento metálico al material base.

Este tipo de anclaje se utiliza ampliamente en refuerzos estructurales, conexiones post-instaladas, fijaciones heavy-duty, refuerzos de estructuras existentes y aplicaciones sísmicas donde los sistemas mecánicos tradicionales pueden no ser adecuados o suficientemente resistentes.

2. Principios básicos de anclaje con resina epóxica

2.1 Mecanismo de transmisión de cargas

Un anclaje químico estructural transmite cargas por adhesión y fricción entre la resina epóxica y el elemento metálico (perno/varilla) y entre la resina y la superficie interna del orificio perforado en el concreto.

2.2 Componentes de la resina epóxica



Las resinas epóxicas estructurales son formulaciones bicomponentes que incluyen:

Resina epóxica base**

Endurecedor o catalizador**

Su mezcla produce un polímero con alta resistencia mecánica, bajo encogimiento y excelente adherencia, incluso en superficies húmedas.

2.3 Preparación e instalación

Los pasos clave para una instalación correcta son:

1. Perforación del orificio con broca adecuada y control de diámetro y profundidad.
2. Limpieza exhaustiva del hueco (aire comprimido/cepillado).
3. Inyección de resina epóxica (respectando proporciones y tiempos de trabajo).
4. Inserción de la varilla o perno antes del fraguado.
5. Curado según condiciones ambientales y producto específico.

3. Criterios de diseño estructural

El diseño de anclajes con resina epóxica para aplicaciones estructurales debe considerar:

3.1 Capacidades de carga

Las resinas epóxicas estructurales ofrecen alto desempeño mecánico en tensiones y cortante, permitiendo transmitir cargas elevadas si se cumple la profundidad de anclaje y distancias mínimas establecidas por la evaluación técnica del sistema.

3.2 Condiciones del material base

Debido a la dependencia del anclaje con la calidad del concreto, se debe considerar si el concreto está fisurado o no, condiciones de humedad, temperatura de servicio y presencia de sismos.

3.3 Sismicidad

Para aplicaciones en zonas sísmicas se recomiendan sistemas epóxicos con evaluación específica que permitan cargas cíclicas y eficiencia ante sismos.

4. Normas y estándares aplicables

4.1 Normas Internacionales Relevantes



Estas normas son utilizadas como referente técnico en Colombia, ya que no existe una norma local que regule específicamente anclajes químicos, pero sí se hace referencia a normas internacionales para especificación y ensayo:

ASTM C881 / C881M – Sistemas de unión epóxica para hormigón

Especificación estándar que clasifica diferentes tipos y grados de resinas epóxicas utilizadas en aplicaciones estructurales y no estructurales, incluyendo pegado de elementos al concreto para cargas importantes.

ACI 355.4 – Criterios de ensayo y aceptación para anclajes adhesivos (Adhesive Anchors)

Es un estándar de evaluación que define los métodos de ensayo para calificar sistemas de anclaje químicos estructurales, así como las condiciones de trabajo y parámetros de diseño.

ASTM E488 y ASTM E1512 – Métodos de prueba para anclajes

Son métodos de prueba que se emplean para evaluar cargas de ruptura y desempeño de anclajes químicos en concreto.

Normas Europeas (ETAG/ETA)

Documentos de evaluación técnica europea para anclajes químicos estructurales utilizados en concreto fisurado y no fisurado, que también se emplean como criterios de referencia en productos con Marcado CE.

4.2 Regulación en Colombia

NSR-10 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

La Norma Colombiana de Sismo Resistencia (NSR-10) es obligatoria para diseño y construcción de estructuras y, aunque no regula de forma específica los anclajes químicos, establece principios generales de calidad de materiales, control de construcción y diseño estructural del concreto que sirven como marco técnico para justificar diseños que implican anclajes estructurales.

En Colombia se espera que los sistemas de anclaje con resina epóxica se diseñen bajo criterios internacionales (ACI, ASTM, ETAG) y sean compatibles con las disposiciones de la NSR-10 para concreto estructural, cargas y seguridad sísmica.

5. Requisitos de especificación técnica

Al especificar anclajes con resina epóxica en proyectos estructurales, se recomienda:

1. Productos certificados con reportes de evaluación ICC-ES, ETA u equivalentes que apliquen métodos de ensayo ACI 355.4 o ETAG.
2. Cumplimiento de ASTM C881 Tipo IV, Grado III para resinas epóxicas estructurales cuando se requiera adhesión de cargas elevadas o aplicaciones críticas.
3. Diseño integrando espaciamiento mínimo, profundidad de empotramiento y distancias a bordes según ACI y/o evaluaciones de producto.
4. Procedimientos de instalación y limpieza calibrados con las instrucciones del fabricante y controles de calidad en obra.

6. Conclusión

Los anclajes estructurales con resina epóxica en Colombia se fundamentan en criterios técnicos internacionales (principalmente normas ASTM y ACI con evaluaciones ETA) y se aplican en obras donde las cargas y condiciones de servicio así lo requieren. La NSR-10 es la referencia obligatoria de diseño estructural colombiana, y aunque no regula directamente los anclajes químicos, establece el marco de diseño para sistemas estructurales en los que estos anclajes pueden formar parte.

Para asegurar rendimiento y seguridad, es indispensable especificar sistemas con certificaciones de desempeño y seguir procedimientos de instalación y control de calidad riguroso.

7. Notas generales

1. Se debe utilizar un producto adhesivo que cuente con un reporte de evaluación ICC-ES que certifique su uso estructural para el sistema de Barras de Refuerzo Post-instaladas. Adicionalmente que cumpla con el numeral C-D.3.3.2 de la NSR-10: Los anclajes estructurales post-instalados deben estar calificados para su uso en concreto fisurado y deben cumplir con los Ensayos de Simulación Sísmica de acuerdo con el ACI 355.4 y ACI 308.
2. Donde se encuentren condiciones especiales de instalación como: perforaciones en concreto húmedo, saturado de agua, totalmente sumergido o perforaciones hechas con brocas con copa de diamante; se debe utilizar un producto que cuente con los ensayos pertinentes que avalen su utilización y certifiquen su capacidad de carga (Ej: Reporte ICC-ES-ESR), para cada una de las condiciones mencionadas.
3. El producto a utilizar debe ser el adecuado de acuerdo con el tipo de elemento de anclaje que se va a utilizar. En el caso de barras de refuerzo post-instaladas, debe realizarse de acuerdo con los requisitos de longitud de desarrollo y de traslapo del código para edificaciones en concreto estructural ACI 318 vigente. Los sistemas de barras de acero de refuerzo post-instalado con resinas, son alternativas a las barras de acero de refuerzo embebidas diseñadas de acuerdo con cualquiera de los siguientes códigos:
 - ACI 318-19 o posterior
 - En Colombia: NSR-10, capítulo C.12 o posterior
4. Las perforaciones realizadas deberán garantizar el ángulo de inclinación y la condición de perpendicularidad de los anclajes, mediante el uso de equipos adecuados.

5. Para garantizar el correcto funcionamiento de los anclajes adhesivos, estos se deben instalar y curar siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante, en concordancia con su ficha técnica y con el reporte de evaluación del ICC-ES-ESR.
6. Se recomienda el uso de pistones de inyección especializados para perforaciones horizontales de más de 250 mm, para garantizar la homogeneidad durante la instalación del producto adhesivo. En algunas condiciones solo es posible la correcta instalación del adhesivo con la ayuda de estos accesorios.
7. Se recomienda realizar ensayos de campo de extracción de anclajes de acuerdo con la metodología descrita en BS-8539, esto con el fin de verificar la calidad de instalación de los anclajes y determinar la resistencia del anclaje.

Algunas marcas y referencias que pueden ser empleadas son:

- **HILTI:** HIT RE-500
- **SIKA:** SIKA ANCHORFIX 4
- **SIKA:** SIKA ANCHORFIX 3001
- **MAPEI:** MAPEFIX EP 100
- **SIMPSON STRONG:** SET-XP

Estas son sugerencias y para cada caso se debe consultar con su proveedor.